

PAT-NO: JP409257618A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09257618 A

TITLE: ELECTRO-STATIC CAPACITY TYPE
PRESSURE SENSOR AND
PRODUCTION THEREOF

PUBN-DATE: October 3, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
SHIMAOKA, KEIICHI
TABATA, OSAMU
YAMADERA, HIDEYA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC	N/A

APPL-NO: JP08070770

APPL-DATE: March 26, 1996

INT-CL (IPC): G01L009/12, G01L019/04 , H01L029/84

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sensor which is less dependent on temperature and unnecessary for anode joining by constituting an insulating diaphragm film of insulating material containing silicon, aluminum and nitrogen.

SOLUTION: A fixed electrode 40 containing p type or n type impurity of high concentration, a lead 41 and a connection terminal 42 are formed on the surface of a sensor substrate 30 of mono-crystal silicon to form a

substrate protection
film 50 on the region. A sacrifice film 60 for covering a
pressure receiving
region is formed thereon to form an insulating film 70 for
covering it on the
main surface of the substrate 30, a movable electrode 81 is
formed in the
pressure receiving region and a lead 82 and a connection
terminal 83 are shaped
with a semiconductor film 80 except for the pressure
receiving region. The
semiconductor film 80 is covered to form an insulating
diaphragm film 90, a
connection hole 110 reaching the terminal 83 by penetrating
it is formed, and
the electrode 81 is connected to an output terminal 120 via
it. Here, the film
80 is constituted of at least material containing silicon,
aluminum and
nitrogen, and substantially equals to the thermal expansion
coefficient of the
substrate 30. Thus, a sensor of a small temperature
coefficient of a zero
point and sensitivity can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-257618

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 L 9/12			G 0 1 L 9/12	
			19/04	
H 0 1 L 29/84			H 0 1 L 29/84	Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-70770

(22) 出願日 平成8年(1996)3月26日

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 島岡 敬一

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 田畑 修

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 山寺 秀哉

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

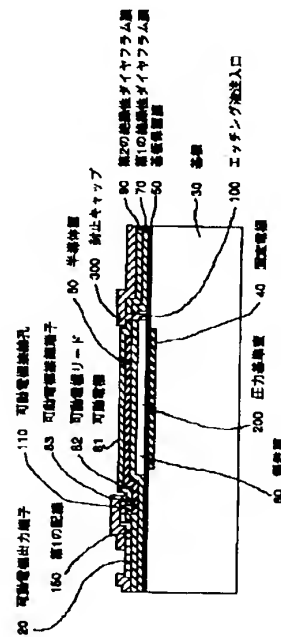
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 静電容量型圧力センサおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 静電容量型圧力センサの零点、感度の温度依存性を小さくする。

【構成】 単結晶シリコン基板30の主表面に固定電極40を形成し、この固定電極40上に圧力基準室200を設ける。そして、圧力基準室200を覆うよう被覆形成された絶縁性ダイアフラム膜70の受圧領域に導電性膜から成る可動電極81を形成する。絶縁性ダイアフラム膜70は熱膨張係数が前記単結晶シリコン基板30と等しくなるよう、膜中のシリコン、アルミニウム、窒素および酸素の組成が調整されており、この結果、センサの零点、感度の温度依存性が小さくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の主表面に形成された固定電極上に圧力基準室を設け、前記圧力基準室を覆うよう前記基板の主表面側に被覆形成された絶縁性ダイヤモンド膜の受圧領域に導電性膜から成る可動電極を形成した静電容量型圧力センサにおいて、前記絶縁性ダイヤモンド膜は少なくともシリコン、アルミニウム、窒素を含む絶縁性材料で構成されていることを特徴とする静電容量型圧力センサ。

【請求項2】 前記絶縁性ダイヤモンド膜は、シリコン10～40atm%、アルミニウム10～40atm%、窒素30～50atm%を含むと共に、酸素の含有量は25atm%以下であることを特徴とする請求項1に記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項3】 主表面に固定電極が形成された基板と、前記基板の主表面上に形成され、受圧領域において前記主表面から所定距離離隔し、圧力基準室を区画形成する第1の絶縁性ダイヤモンド膜と、前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜の受圧領域に形成された導電性膜から成る可動電極と、前記可動電極を覆うよう前記基板の主表面上に被覆形成された第2の絶縁性ダイヤモンド膜と、前記第2の絶縁性ダイヤモンド膜と前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜を貫通して前記圧力基準室に到達するよう形成された少なくとも1個の開口と、前記少なくとも1個の開口を封止して、前記圧力基準室を密封する封止部材と、を含むことを特徴とする静電容量型圧力センサ。

【請求項4】 前記第1および第2の絶縁性ダイヤモンド膜は、少なくともシリコン、アルミニウム、窒素を含む材料で構成されていることを特徴とする請求項3に記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項5】 前記第1と第2の絶縁性ダイヤモンド膜は、シリコン10～40atm%、アルミニウム10～40atm%、窒素30～50atm%を含むと共に、酸素の含有量は25atm%以下であることを特徴とする請求項4に記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項6】 前記可動電極を包囲するよう前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜の受圧領域に形成された基準電極と、前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜と前記基板の間の一部に形成されたダイヤモンド固定部と、を含むことを特徴とする請求項3～5のいずれか1つに記載の静電容量型圧力センサ。

【請求項7】 基板の主表面に固定電極を形成する工程と、基板の主表面の受圧領域を覆う犠牲膜を形成する工程と、前記犠牲膜を覆うように、前記基板の主表面上に第1の絶縁性ダイヤモンド膜を形成する工程と、前記第1の受圧領域に導電性膜からなる可動電極を構成

する工程と、

この可動電極を覆うように第2の絶縁性ダイヤモンド膜を形成する工程と、

この第2の絶縁性ダイヤモンド膜と前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜を貫通して前記犠牲膜に到達するように、少なくとも1個のエッチング液注入口を形成する工程と、

前記エッチング液注入口を介して前記犠牲膜をエッチング除去することにより圧力基準室を形成する工程と、

前記圧力基準室を所望の圧力状態を保持するように、前記エッチング注入口を密封する工程と、

を含むことを特徴とする静電容量型圧力センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体のプロセス技術と特殊なエッチング技術を組み合わせたシリコンマイクロマシニング技術を利用し、基板表面にダイヤモンドを形成した静電容量型圧力センサおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来技術】従来より、各種の圧力センサが知られており、その中に半導体基板の表面にダイヤモンドを形成した静電容量型圧力センサがある。図9に、このような従来の静電容量型圧力センサの断面構造を示す。

【0003】この静電容量型圧力センサは、可動電極として機能するダイヤモンド11を備えたシリコン構造体10と、ダイヤモンド11と対向するように形成した固定電極21を備えたガラス基板20とを陽極接合法により貼合わせた構造を有している。そして、図中矢印で示す方向から圧力Pが印加されると、これに応じてダイヤモンド11が変形し、ダイヤモンド11と固定電極21の間隙が変化し、ダイヤモンド11と固定電極21とで形成されるキャパシタの静電容量が変化する。そこで、この静電容量を検出することによって、圧力Pが検出される。

【0004】ここで、シリコン構造体10には(100)面の単結晶シリコン基板が用いられ、ダイヤモンド11はシリコン構造体10の一部を異方性エッチングすることにより形成されている。一般に、このエッチング液として水酸化カリウム水溶液や水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液などが用いられる。また、ダイヤモンド11はキャパシタの一方の可動電極として機能させるためにp型またはn型の不純物を高濃度に含有するよう処理され、高伝導度特性を得るようにしている。

【0005】また、ガラス基板20は一般にパイレックスガラスが用いられ、シリコン構造体10との接合面側にはダイヤモンド11を覆うように所望の深さのエッチング加工が施されている。一般に、このエッチング液にはフッ化水素酸系の溶液が用いられる。また、エッチン

グ加工面22にはダイヤフラム11と対向するように金属膜を蒸着し、これをフォトリソエッチングすることによりキャパシタの一方の固定電極21が形成されている。この固定電極21の金属膜には、例えばチタンを成膜した上にアルミニウムを成膜した積層膜などが用いられている。

【0006】そして、以上のように形成されたシリコン構造体10とガラス基板20の接合面を重ね合わせ、位置合わせを行い、シリコン構造体10を陽極、ガラス基板20を陰極として、例えば300℃に加熱し、600Vの直流電圧を印加することにより、シリコン構造体10とガラス基板20とを接着剤などを使用することなく気密性よく接合（陽極接合）している。

【0007】この圧力センサを絶対圧力測定タイプとして用いる場合にはシリコン基板10とガラス基板20の陽極接合時において周囲雰囲気真空状態に保ったまま、接合を行う。これにより、シリコン基板10の表面側をエッチング加工した空間部が真空の圧力基準室となり、印加された絶対圧力に比例してダイヤフラムがたわみ、このたわみによって静電容量値が変化する。従って、静電容量の変化を真空に対する圧力検出信号として取り出すことができ、ダイヤフラム11に印加される絶対圧力を測定することができる。

【0008】このような静電容量型センサでは、キャパシタを形成する一对の電極（対向電極）の間隙を狭くすることにより感度を高くできる。また、原理的には感度の温度依存性はない、などの特徴を有している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の静電容量型圧力センサにおいて、バイレックスガラスからなるガラス基板20の熱膨張係数は単結晶シリコンからなるシリコン構造体10よりわずかに小さい。このため、周囲温度が変化する場合には、この熱膨張係数の差に起因して熱応力が変化し、センサの零点および感度の温度特性を劣化させるという問題があった。また、陽極接合時の加熱によりガラス基板20が変形し、対向電極の間隙によってはガラス基板20に形成した固定電極21がダイヤフラム11に接触する場合があり、このような場合にはセンサとして機能しないという問題があった。

【0010】本発明はこのような従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は零点、感度の温度依存性が小さく、センサを組み立てるための陽極接合が不要な静電容量型圧力センサおよびその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板の主表面に形成された固定電極上に圧力基準室を設け、前記圧力基準室を覆うよう前記基板の主表面側に被覆形成された絶縁性ダイヤフラム膜の受圧領域に導電性膜から成る可

動電極を形成した静電容量型圧力センサにおいて、前記絶縁性ダイヤフラム膜は少なくともシリコン、アルミニウム、窒素を含む絶縁性材料で構成されていることを特徴とする。

【0012】また、前記絶縁性ダイヤフラム膜は、シリコン10～40atm%、アルミニウム10～40atm%、窒素30～50atm%を含むと共に、酸素の含有量は25atm%以下であることを特徴とする。

【0013】このように、本発明では、絶縁性ダイヤフラム膜をシリコン、アルミニウム、窒素を含む絶縁性材料で構成している。そして、この絶縁性ダイヤフラム膜の組成を調整する（例えば上述のような組成比に調整することによって、絶縁性ダイヤフラム膜の熱膨張係数を調整することができる。このため、基板の熱膨張係数に応じて絶縁性ダイヤフラムの組成を設定することで、両者の熱膨張係数を等しいものにできる。そこで、熱膨張係数の差に起因して熱応力が変化し、センサの零点および感度の温度特性が劣化するという問題点を解消できる。

【0014】また、本発明は、主表面に固定電極が形成された基板と、前記基板の主表面上に形成され、受圧領域において前記主表面から所定距離離隔し、圧力基準室を区画形成する第1の絶縁性ダイヤフラム膜と、前記第1の絶縁性ダイヤフラム膜の受圧領域に形成された導電性膜から成る可動電極と、前記可動電極を覆うよう前記基板の主表面上に被覆形成された第2の絶縁性ダイヤフラム膜と、前記第2の絶縁性ダイヤフラム膜と前記第1の絶縁性ダイヤフラム膜を貫通して前記圧力基準室に到達するよう形成された少なくとも1個の開口と、前記少なくとも1個の開口を封止して、前記圧力基準室を密封する封止部材と、を含むことを特徴とする。

【0015】さらに、本発明は、基板の主表面に固定電極を形成する工程と、基板の主表面の受圧領域を覆う犠牲膜を形成する工程と、前記犠牲膜を覆うように、前記基板の主表面上に第1の絶縁性ダイヤフラム膜を形成する工程と、前記第1の受圧領域に導電性膜からなる可動電極を構成する工程と、この可動電極を覆うように第2の絶縁性ダイヤフラム膜を形成する工程と、この第2の絶縁性ダイヤフラム膜と前記第1の絶縁性ダイヤフラム膜を貫通して前記犠牲膜に到達するように、少なくとも1個のエッチング液注入口を形成する工程と、前記エッチング液注入口を介して前記犠牲膜をエッチング除去することにより圧力基準室を形成する工程と、前記圧力基準室を所望の圧力状態の保持するように、前記エッチング液注入口を密封する工程と、を含むことを特徴とする。

【0016】このようにして得られた静電容量型圧力センサによれば、センサに圧力がかかると、その圧力によって、絶縁性のダイヤフラム膜が変形し、可動電極と、固定電極の距離が変化する。そして、この距離変化に応じて、可動電極および固定電極を含むキャパシタの静電

5

容量が変化する。そこで、この静電容量の変化を検出することで圧力を検出することができる。そして、圧力基準室の圧力は、エッチング注入口の密封時の雰囲気圧力となる。従って、真空雰囲気において、エッチング注入口を密封すれば、基準圧力は、真空状態になり、このセンサによって絶対圧力を検出することができる。

【0017】ここで、本発明の静電容量型圧力センサによれば、犠牲膜上に、第1の絶縁性ダイヤモンド膜を形成し、その後この犠牲膜をエッチングによって除去する。従って、圧力基準室を形成するために、陽極接合などが不要な。そこで、従来のように、陽極接合に起因して、ガラス基板が変形したりすることがない。

【0018】このように、本発明では、基板の熱膨張係数とはほぼ等しい薄膜材料をダイヤモンド膜に使用することにより、従来品のような熱膨張係数の異なる材料から構成されているものに比べて零点、感度の温度依存性が小さくなる。

【0019】また、圧力基準室形成のための接合が不要であり、従来品のような陽極接合時のガラス基板の変形などの問題はなく、センサ特性が安定する。

【0020】また、前記可動電極を包囲するよう前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜の受圧領域に形成された基準電極と、前記第1の絶縁性ダイヤモンド膜と前記基板の間の一部に形成され、前記基準電極の移動を規制するダイヤモンド固定部と、を含むことを特徴とする。

【0021】このように、基準電極を設けることによって、可動電極によって構成される容量の他に、基準電極によって構成される容量を構成できる。そこで、2つの容量の差に応じて圧力を検出することができる。2つの電極は、ほぼ同一の場所にあり、これら容量の差をとることによって、温度の影響などをほぼ完全に排除することができる。

【0022】また、この容量差は、スイッチドキャパシタ回路等により、容易に検出できる。さらにスイッチドキャパシタ回路は、通常の半導体加工プロセスより、容易に形成できるため、同一の基板上に形成することも容易である。従って、回路部分も同一基板上に集積形成することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明に好適な実施の形態(以下、実施形態という)について、図面に基づいて説明する。

【0024】(基本的構成)図1には、本発明に係わる静電容量型圧力センサの基本的構成例の構造を表す平面図が示されており、図2には、図1のA-B-C線に沿った断面説明図が示されている。また、図3、4には、可動電極接続孔および固定電極接続孔の部分の拡大図が示されている。

【0025】本発明の静電容量型圧力センサの基板30は、例えば、単結晶シリコンからなり、この表面にはp

6

型またはn型の不純物を高濃度に含有するよう処理された固定電極40、固定電極リード41および固定電極接続端子42が形成されている。また、基板30の表面全域に必要な応じて耐エッチング特性を有する基板保護膜50が被覆形成される。

【0026】そして、この基板保護膜50の表面には、受圧領域を覆うように、等方性エッチング特性を有する犠牲膜60が被覆形成されている。なお、この犠牲膜60は製造工程において除去されるものであって、製品にはない。また、基板30の主表面には、その全域に渡って前記犠牲膜60を覆うように第1の絶縁性ダイヤモンド膜70が被覆形成されている。

【0027】さらに、第1の絶縁性ダイヤモンド膜70の受圧領域に配置された可動電極81と、受圧領域外に配置された可動電極リード82および可動電極接続端子83とが、半導体膜80から形成されている。例えば、この半導体膜80に多結晶シリコン膜を用いる場合、多結晶シリコン膜からなる半導体膜80はp型またはn型の不純物を高濃度に含有するよう処理し、高伝導度特性を得るようにする。

【0028】ここで、本発明の特徴は、絶縁性ダイヤモンド膜70が、少なくともシリコン、アルミニウム、窒素を含んだ材料で構成され、基板30の熱膨張係数(3.68×10⁻⁶/℃)とほぼ等しいことにある。例えば、基板30に(100)方位の単結晶シリコンを使用した場合、絶縁性ダイヤモンド膜70の組成を、シリコン33atm%、アルミニウム17atm%、窒素50atm%にする。これにより、絶縁性ダイヤモンド膜70の熱膨張係数は(100)方位の単結晶シリコンからなる基板30とほぼ等しくなり、従来のようにセンサの周囲温度の変化による熱応力の発生はない。従って、零点、感度の温度依存性が小さい静電容量型圧力センサを提供できる。なお、前記絶縁性ダイヤモンド膜70は膜中の組成を制御(成分比を変更する)することにより、3.5×10⁻⁶/℃〜4.1×10⁻⁶/℃の熱膨張係数を有するものが得られる。

【0029】また、半導体膜80は絶縁性膜によって保護することが好ましい。このため、前記半導体膜80を覆うようにして第2の絶縁性ダイヤモンド膜90を被覆形成する。この第2の絶縁性ダイヤモンド膜90を貫通して前記可動電極接続端子83に達する可動電極接続孔110が形成され、この可動電極接続孔110を介して可動電極81は可動電極出力端子120に接続されている。なお、この部分の拡大図を図3に示す。

【0030】さらに、図1に示すように、可動電極接続孔110の反対側の位置には、第1の絶縁性ダイヤモンド膜70および第2の絶縁性ダイヤモンド膜90を貫通して固定電極接続端子42に達する固定電極接続孔130が形成されている。そして、この固定電極接続孔130を介して固定電極40は固定電極出力端子140に接

続されている。なお、固定電極40は、固定電極リード41を介し、固定電極接続端子42間で伸びている。この部分の拡大図を図4に示す。

【0031】そして、この静電容量型圧力センサの受圧領域所定位置には、第1の絶縁性ダイアフラム膜70および第2の絶縁性ダイアフラム膜90を貫通して犠牲膜60に到達する少なくとも1個のエッチング液注入口100が開口形成されており、当初形成されていた犠牲膜60は、このエッチング液注入口100を介して全てエッチング除去される。

【0032】すなわち、犠牲膜60をすべて除去することにより、基板30と前記第1の絶縁性ダイアフラム膜70により囲まれた圧力基準室200が形成されると同時に、基板30から分離された圧力基準室200の上面側に位置する第1の絶縁性ダイアフラム膜70、半導体膜80および第2の絶縁性ダイアフラム膜90より構成する可動ダイアフラム400が形成される。

【0033】この静電容量型圧力センサを絶対圧測定タイプとして用いる場合には真空雰囲気において、前記エッチング液注入口100の全てを封止キャップ300により封止する。これにより、前記圧力基準室200が真空状態となり、印加された絶対圧力に比例して可動ダイアフラム400がたわみ、このたわみによって、固定電極40と可動電極81間の静電容量値が変化する。従って、静電容量の変化を圧力検出信号として取り出すことにより、可動ダイアフラム400に印加される絶対圧力を測定することができる。

【0034】（製造方法）次に、本発明にかかる静電容量型圧力センサの製造方法の一例を具体的に説明する。

【0035】まず、単結晶シリコンからなる基板30表面にイオン注入あるいは熱拡散によりp型またはn型の不純物を高濃度に含有する固定電極40、固定電極リード41および固定電極接続端子42を形成する。次に、基板30の表面全域に耐エッチング特性を有する基板保護膜50を被覆形成し、この基板保護膜50の表面に等方性エッチング特性を有する犠牲膜60を被覆形成する。次に、この犠牲膜60の受圧領域の周辺部をエッチング除去する。

【0036】次に、基板30の主表面の全域に渡って前記犠牲膜60を覆うよう第1の絶縁性ダイアフラム膜70を被覆形成する。例えば、前記基板30に(100)方位の単結晶シリコンを使用した場合、前記絶縁性ダイアフラム膜70の組成は、シリコン33at.m%、アルミニウム17at.m%、窒素50at.m%にする。これにより、前記絶縁性ダイアフラム膜70の熱膨張係数は(100)方位の単結晶シリコンからなる基板30とほぼ等しくなる。

【0037】次に、前記第1の絶縁性ダイアフラム膜70の表面に半導体膜80を被覆形成する。例えば、この半導体膜80に多結晶シリコン膜を用いる場合、イオン

注入あるいは熱拡散によりp型またはn型の不純物を高濃度に含有し、高伝導度特性得るように処理する。

【0038】次に、受圧領域に形成する可動電極81と、受圧領域外に形成する可動電極リード82、可動電極接続端子83の周辺部の半導体膜80をエッチング除去する。次に、基板30の主表面の全域に渡って前記半導体膜80を覆うよう第2の絶縁性ダイアフラム膜90を被覆形成する。

【0039】次に、受圧領域所定位置にて、前記第1の絶縁性ダイアフラム膜70、第2の絶縁性ダイアフラム膜90を貫通して前記犠牲膜60に到達するよう少なくとも1個のエッチング液注入口100を形成する。

【0040】そして、このエッチング液注入口100を介してエッチング液を注入することにより、犠牲膜60を全てエッチング除去し、前記基板30と前記第1の絶縁性ダイアフラム膜70との間に、犠牲膜60の形状寸法に従った大きさの圧力基準室200を形成する。例えば、犠牲膜60に多結晶シリコンを用いた場合、犠牲膜60のエッチング除去のために用いるエッチング液はエチレンジアミンピロカテコール（EPW）溶液を使用する。圧力基準室200の上面側に位置する第1、第2の絶縁性ダイアフラム膜70、90は、EPW溶液に対して耐エッチング性を有することからエッチング除去されることがない。この結果、圧力基準室200の上面側に位置する第1の絶縁性ダイアフラム膜70、半導体膜80および第2の絶縁性ダイアフラム膜90との積層膜は、可動ダイアフラム400として機能することになる。

【0041】次に、第2の絶縁性ダイアフラム膜90を貫通して可動電極接続端子82に達する可動電極接続孔110と、第2の絶縁性ダイアフラム膜90、第1の絶縁性ダイアフラム膜70および基板保護膜50を貫通して固定電極接続端子42に達する固定電極接続孔130を形成する。

【0042】次に、基板30の表面全域にアルミニウムを被覆形成し、第1の配線150および第2の配線160領域の周辺部のアルミニウムをエッチング除去する。これにより、可動電極81は可動電極接続孔110、第1の配線150を介して可動電極出力端子120に接続され、固定電極40は固定電極接続孔130、第2の配線160を介して固定電極出力端子140に接続される。

【0043】次に、この静電容量型圧力センサを絶対圧測定タイプとして用いる場合には真空雰囲気において、基板30の表面全域にエッチング液注入口100が密封封止できる程度の厚さの絶縁物からなる封止材料を被覆形成する。最後に、フォトリソエッチングで不要部分を除去して封止キャップ300を形成すると同時に、可動電極出力端子120、固定電極出力端子140を開口することにより絶対圧測定タイプの静電容量型圧力センサが

得られる。

【0044】(第1実施形態)次に、第1実施形態の静電容量型圧力センサについて、上述した基本的構成例の説明において使用した図1〜4に基づいて説明する。

【0045】本実施形態の静電容量型圧力センサにおいて、基板30としては、n型の(100)方位の単結晶シリコン基板を用いる。

【0046】まず、単結晶シリコン基板30の主表面に不純物としてボロンをイオン注入法を用いて高濃度含有するよう添加、拡散し、p型半導体に処理された深さ3μmの固定電極40、固定電極リード41および固定電極接続端子42を形成する。次に、単結晶シリコン基板30の表面全域に、耐エッチング特性を有する基板保護膜50として、熱酸化膜を100nmに被覆形成する。

【0047】そして、この基板保護膜50の表面には、受圧領域を覆うように犠牲膜60を形成する。なお、この犠牲膜60は、後工程で除去される。本実施形態において、この犠牲膜60は減圧CVD法により成膜された厚さ200nmの多結晶シリコンを用いている。次に、単結晶シリコン基板30の主表面には、その全域に渡って犠牲膜60を覆うよう第1の絶縁性ダイアフラム膜70としてシリコン、アルミニウム、窒素から構成された薄膜材料を膜厚650nmに被覆形成する。

【0048】この第1の絶縁性ダイアフラム膜70の表面上に、半導体膜80として、多結晶シリコンを膜厚200nmに成膜する。さらに、この半導体膜80には、フォトリソエッチングにより可動電極81、可動電極リード82および可動電極接続端子83を形成する。本実施形態において、この半導体膜80として用いられる多結晶シリコン膜は、ボロンをイオン注入法を用いて高濃度含有するよう添加、拡散したp型半導体に処理されている。

【0049】さらに、単結晶シリコン基板30の主表面の全域に渡ってこの半導体膜80を覆うよう第2の絶縁性ダイアフラム膜90としてシリコン、アルミニウム、窒素から構成された薄膜材料を膜厚650nmに被覆形成する。本実施形態において、第1の絶縁性ダイアフラム膜70、第2の絶縁性ダイアフラム膜90は、シリコン33atm%、アルミニウム17atm%、窒素50atm%組成の薄膜材料が用いられている。

【0050】そして、受圧領域所定位置にて、第1の絶縁性ダイアフラム膜70、第2の絶縁性ダイアフラム膜90を貫通して犠牲膜60に到達する直径5μmのエッチング液注入口100をフォトリソエッチングにより開口形成する。形成されたエッチング液注入口100を介してエッチング液を注入することにより、当初形成されていた犠牲膜60は全てエッチング除去され、圧力基準室200となる空洞が形成される。

【0051】本実施形態においては、前記エッチング液

はエチレンジアミンピロカテコール(EPW)溶液が用いられている。このとき、圧力基準室200の下面側に位置する基板保護膜50、上面側に位置する第1、第2の絶縁性ダイアフラム膜70、90は、EPW溶液に対して耐エッチング性を有することからエッチング除去されることがない。従って、圧力基準室200の上面側に位置する第1の絶縁性ダイアフラム膜70、半導体膜80および第2の絶縁性ダイアフラム膜90との積層膜は、可動ダイアフラム400として機能することになる。

【0052】次に、第2の絶縁性ダイアフラム膜90を貫通して可動電極接続端子83に達する可動電極接続孔110と、第2の絶縁性ダイアフラム膜90、第1の絶縁性ダイアフラム膜70および基板保護膜50を貫通して固定電極接続端子42に達する固定電極接続孔130をフォトリソエッチングにより開口形成する。

【0053】さらに、単結晶シリコン基板30の第2の絶縁性ダイアフラム膜90上の所定部分には、第1の配線150および第2の配線160を形成する。これら配線は、単結晶シリコン基板30の表面全域に真空蒸着あるいはスパッタリングにより、アルミニウムが1μmの膜厚で被覆形成し、不要部分のアルミニウムをフォトリソエッチングにより除去して形成する。このとき、可動電極81は可動電極接続孔110、第1の配線150を介して可動電極出力端子120に接続され、固定電極40は固定電極接続孔130、第2の配線160を介して固定電極出力端子140に接続される(図3、4参照)。

【0054】さらに、単結晶シリコン基板30の所定部分には、エッチング液注入口100を封止キャップを含む封止部材を形成する。この封止部材を形成する場合には、まずほぼ真空状態でのプラズマCVD法により、窒化シリコン膜からなる封止材料を単結晶シリコン基板30の表面全域にエッチング液注入口100が密封封止できる程度の厚さに堆積する。そして、フォトリソエッチングで不要部分を除去して封止キャップ300を形成すると同時に、可動電極出力端子120、固定電極出力端子140の一部を開口形成する。このようにすることにより、圧力基準室200はその内部が真空状態に保たれたまま密封封止されることになり、可動ダイアフラム400に印加される絶対圧力を測定することができる。

【0055】本実施形態においては、可動ダイアフラム400の直径および膜厚は、それぞれ100μm、1.5μmと小さく、精度よく形成されている。このセンサは、100kPaの絶対圧力に対して、静電容量変化は 1×10^{-14} F(ファラド)以上、非直線性は+2% F.S.以下であり、しかも、30〜100℃の温度範囲において、零点、感度の温度係数は±0.02%/℃以下と優れた温度特性を有することが実験により確認された。

【0056】以上説明したように、本実施形態の静電容

11

量型圧力センサによれば、小型であり、かつ零点、感度の温度依存性が小さい静電容量型圧力センサを実現可能であることが理解される。なお、この実施形態においては、基板30としてn型の(100)方位の単結晶シリコン基板を用い、第1、第2の絶縁性ダイヤフラム膜70、90としてシリコン33atm%、アルミニウム17atm%、窒素50atm%組成の薄膜材料を用いた組み合わせを使用した。しかし、シリコン、アルミニウ*

12

*ム、窒素および酸素で構成される薄膜材料は膜中のそれらの組成を変化させることにより、熱膨張係数の制御が可能である。

【0057】表1には、シリコン、アルミニウム、窒素および酸素の組成を変えた薄膜材料の熱膨張係数の測定結果を示す。

【0058】

【表1】

試料No.	シリコン	アルミニウム	窒素	酸素	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
1	40atm%	10atm%	50atm%	0	3.5
2	33atm%	17atm%	50atm%	0	3.7
3	25atm%	25atm%	50atm%	0	3.8
4	15atm%	35atm%	50atm%	0	4.1
5	40atm%	10atm%	45atm%	5atm%	3.5
6	30atm%	20atm%	40atm%	10atm%	3.6
7	20atm%	30atm%	30atm%	20atm%	3.7
8	10atm%	40atm%	25atm%	25atm%	3.8

ここで、試料No. 1～8の薄膜材料の組成は、X線光電子分光法により定量した。また、熱膨張係数は単結晶シリコン基板上に試料No. 1～8の薄膜材料を形成し、温度変化による単結晶シリコン基板の反り量に基づいて求めた。

【0059】表1に示されるように、シリコン、アルミニウム、窒素および酸素で構成される薄膜材料の熱膨張係数は $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \sim 4.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲で制御できることがわかる。このことから、 $3.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \sim 4.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲の熱膨張係数を有する基板であれば、第1、第2の絶縁性ダイヤフラム膜70、90の組成を変化させることにより、零点、感度の温度依存性が小さい静電容量型圧力センサを実現可能であることがわかる。

【0060】(第2実施形態)次に、本発明の好適な第2実施形態を説明する。なお、前記第1実施形態と対応する部材には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0061】図5は本発明に係わる静電容量型圧力センサの好適な第2実施形態を示した平面図であり、図6は、図5のD-E線に沿った断面図である。

【0062】まず、単結晶シリコン基板30の主表面

30※に、固定電極40、固定電極リード41および固定電極接続端子42を形成する。また、この単結晶シリコン基板30の表面全域に厚さ100nmの熱酸化膜からなる基板保護膜50を被覆形成する。そして、この基板保護膜50上の受圧領域を覆うように厚さ200nmの多結晶シリコンからなる犠牲膜60を形成し、次にこの犠牲膜60のダイヤフラム固定部170に相当する領域に、不純物としてボロンを熱拡散あるいはイオン注入法を用いて添加、拡散し、不純物濃度が $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 以上のp型半導体領域を形成する。これにより、ダイヤフラム固定部170に相当する領域は耐エッチング特性を有し、不純物を添加、拡散しない領域の犠牲膜60は、等方性エッチング特性を有する。なお、犠牲膜60は後で除去する。

【0063】次に、第1実施形態と同様に第1の絶縁性ダイヤフラム膜70と半導体膜80を成膜する。本実施形態において、この半導体膜80をフォトエッチングすることにより、可動電極81、可動電極リード82、可動電極接続端子83、基準電極180、基準電極リード181および基準電極接続端子182が形成される。可動電極81は、受圧領域の前記ダイヤフラム固定部17

0の内側に形成されており、前記基準電極180は受圧領域の前記ダイヤフラム固定部170の外側に形成されている。なお、この可動電極81と基準電極180は同一面積になるよう形成されている。

【0064】次に、単結晶シリコン基板30の主表面の全域に渡ってこの半導体膜80を覆うよう第2の絶縁性ダイヤフラム膜90が被覆形成し、エッチング液注入口100を開口する。このエッチング液注入口100を介してエチレンジアミンピロカテコール（EPW）エッチング液を注入することにより、耐エッチング特性を有するよう処理しなかった領域の犠牲膜60がエッチング除去され、ダイヤフラム固定部170と圧力基準室200となる空洞が形成される。これにより、受圧領域内におけるダイヤフラム固定部170の外側領域は剛性が高くなり、被測定圧力に対してたわみにくい領域となる。この領域に基準電極180が形成されている。

【0065】次に、第2の絶縁性ダイヤフラム膜90を貫通して可動電極接続端子83に達する可動電極接続孔110と、基準電極接続端子182に達する基準電極接続孔185と、第2の絶縁性ダイヤフラム膜90、第1の絶縁性ダイヤフラム膜70および基板保護膜50を貫通して固定電極接続端子42に達する固定電極接続孔130をフォトリソエッチングにより開口形成する。次に、単結晶シリコン基板30の表面全域に厚さ1 μ mのアルミニウムを被覆形成し、フォトリソエッチングにより、第1の配線150、第2の配線160および第3の配線190を形成する。その後、前記第1実施形態と同様に、封止キャップ300を形成し、可動電極出力端子120、固定電極出力端子140および基準電極出力端子183の一部を開口形成する。

【0066】ここで、本実施形態においては、直径150 μ mの受圧領域内にダイヤフラム固定部170の支持による直径100 μ m、膜厚1.5 μ mの可動ダイヤフラム400が形成されている。そして、可動電極81と固定電極40とで圧力検出キャパシタCxを形成し、基準電極180と固定電極40とで基準キャパシタCrを形成している。従って、圧力検出キャパシタCxと基準キャパシタCrは同一材料で構成され、しかも近接して形成されているため、温度特性はほぼ等しくなる。

【0067】容量変化を検出する方法の1つに容量を電圧に変換する充放電タイプのスイッチドキャパシタ回路がある。図7にスイッチドキャパシタ型容量検出回路を示す。

【0068】この回路では、4つのスイッチSW1～SW4を有しており、この4つのスイッチSW1～SW4が、所定以上の周波数のクロック信号によって、切り換えられる。SW1とSW2は、圧力検出キャパシタCxと基準キャパシタCrの一端をアースまたは電源Vpに交互に接続する。すなわち、いずれか一方のキャパシタCxまたはCrをアースに接続し、他方を電源Vpに接

続する。

【0069】圧力検出キャパシタCxおよび基準キャパシタCrの他端は、オペアンプの負入力端に接続されている。なお、正入力端は、アースに接続されている。また、このオペアンプの出力端と負入力端の間には、フィードバックキャパシタCfとスイッチSW3とが並列して接続されている。そして、オペアンプの出力がスイッチSW4を介し出力端に接続されている。なお、出力端には、他端がアースに接続された平滑用のコンデンサC0が接続されている。なお、図示の例では、スイッチSW1が電源Vpに接続されているときには、SW2がアースに接続され、SW3がオン、SW4がオフとなり、スイッチSW2が電源Vpに接続されているときには、SW1がアースに接続され、SW3がオフ、SW4がオンになる。

【0070】スイッチドキャパシタ回路では、スイッチングにより、Cx、Cr、Cfは、実質的に抵抗とし、オペアンプの増幅率は、入力側の容量（2つの容量Cx、Crが交互に接続されるため、この差）と、帰還側の容量の比で決定される。そこで、このスイッチドキャパシタ回路の出力電圧をE0とすると、このE0は、 $E0 = Vp(Cx - Cr) / Cf$ で表わされ、出力電圧E0は2つのキャパシタCx、Crの容量差に比例する。従って、出力電圧E0を検出することで、2つのキャパシタCx、Crの容量差を検出することができ、これによって印加された圧力を検出できる。

【0071】従って、本実施形態のセンサをこのスイッチドキャパシタ型容量検出回路に接続してセンサ特性を評価した結果、出力特性は100kPaの絶対圧力に対して、出力電圧は20mV以上、非直線性は -2% F.S.以下であり、温度特性は $-30 \sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、零点、感度の温度係数は $+0.01\%/^{\circ}\text{C}$ 以下と、優れた温度特性を有することが実験により確認された。

【0072】このように、本実施形態では、受圧領域に、可動電極81を取り囲む形で基準電極180を形成し、両者の境目にダイヤフラム固定部170を設ける。これによって、可動電極81により圧力検出キャパシタCxが形成され、基準電極180によって、基準キャパシタCrが形成される。そして、2つのキャパシタCx、Crの容量差を検出することで、圧力変化を検出できる。特に、隣接する2つのキャパシタは、ほぼ同一の温度になるため、圧力検出値に対する温度の影響をほぼ完全に排除することができる。また、ダイヤフラム固定部170を設けることによって、基準電極180の圧力による変形を防止することができ、2つのキャパシタにおける容量差を十分なものに維持できる。

【0073】（第3実施形態）図8には、本発明の第3実施形態に係わる静電容量型圧力センサの平面図が示されている。

【0074】本実施形態の特徴的事項は、静電容量型圧力センサと、集積化した容量検出回路とを一体化したことにある。

【0075】実施形態においては、単結晶シリコン基板30の所定位置に、第2実施形態で説明した静電容量型圧力センサ500が形成されている。更に、この単結晶シリコン基板30上には半導体製造技術を用いて回路部600が形成されている。この回路部600は、上述の容量変化を電圧に変換するスイッチドキャパシタ型容量検出回路から構成されている。

【0076】静電容量型圧力センサ500の固定電極40、可動電極81および基準電極180は、それぞれ固定電極出力端子140、可動電極出力端子120および基準電極出力端子183を介して回路部600に接続されている。

【0077】このように、回路部分も同一基板上に集積することで、1つの半導体加工プロセスによって、電気的出力が得られる静電容量型圧力センサを製造することができ、集積回路と一体化した、いわゆる集積化センサを得ることができる。

【0078】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の静電容量型圧力センサは基板の熱膨張係数とほぼ等しい薄膜材料をダイヤフラムに使用しているため、零点、感度の温度依存性が小さい。また、半導体プロセスの薄膜形成技術や犠牲膜のエッチング技術を用いて、可動ダイヤフラムが高い精度で形成でき、キャパシタを構成する対向電極の狭い間隙の形成が容易になり、静電容量型

圧力センサの小型化が可能となる。しかも、全て基板の片面の加工処理により製作できるため、集積回路とを一体化した、いわゆる集積化センサの製造に極めて好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係わる静電容量型圧力センサの第1実施形態を示す平面図である。

【図2】 図1に示す静電容量型圧力センサの断面図である。

10 【図3】 図2に示す静電容量型圧力センサの可動電極部分の断面図である。

【図4】 図2に示す静電容量型圧力センサの固定電極電極部分の断面図である。

【図5】 本発明に係わる静電容量型圧力センサの第2実施形態を示す平面図である。

【図6】 図5に示す静電容量型圧力センサの断面図である。

【図7】 容量検出回路の構成を示した回路図である。

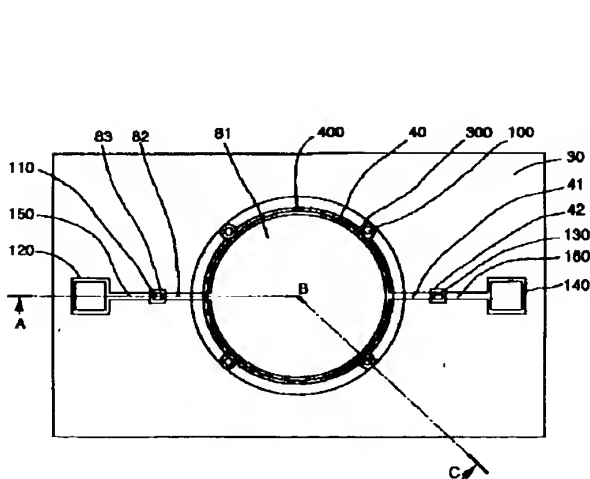
20 【図8】 本発明に係わる静電容量型圧力センサの第3実施形態を示す平面図である。

【図9】 従来の静電容量型圧力センサの断面図である。

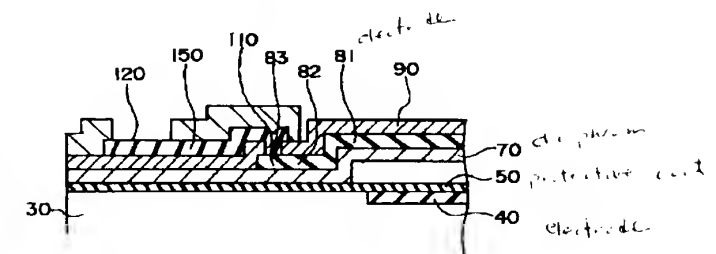
【符号の説明】

30 基板、40 固定電極、60 犠牲膜、70 絶縁性ダイヤフラム膜、81 可動電極、200 圧力基準室、300 封止キャップ、400 可動ダイヤフラム。

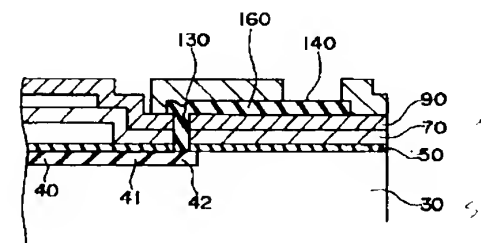
【図1】



【図3】

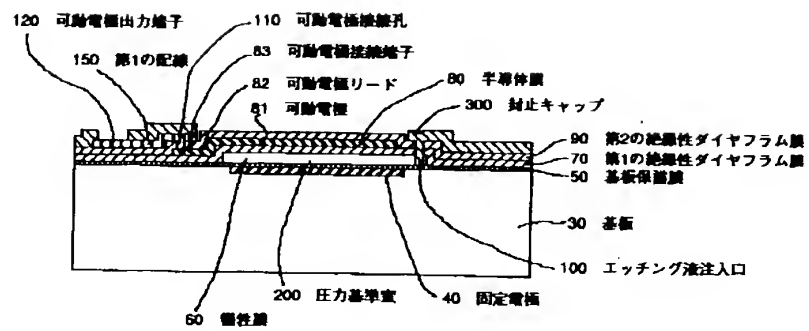


【図4】

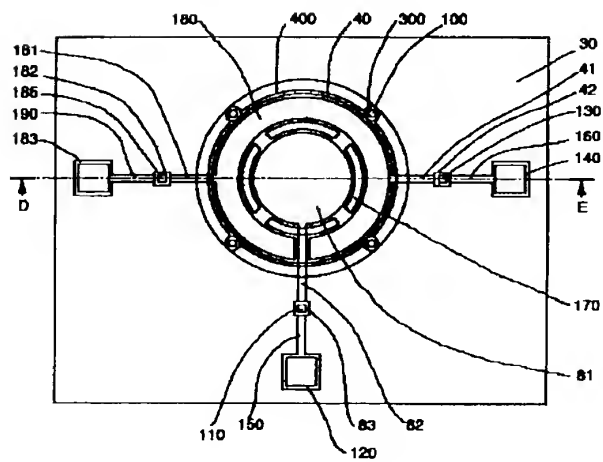


特開平9-257618

【例2】

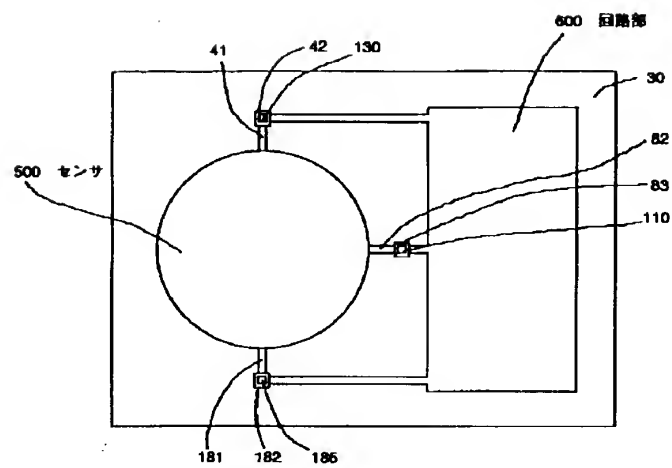


【例5】

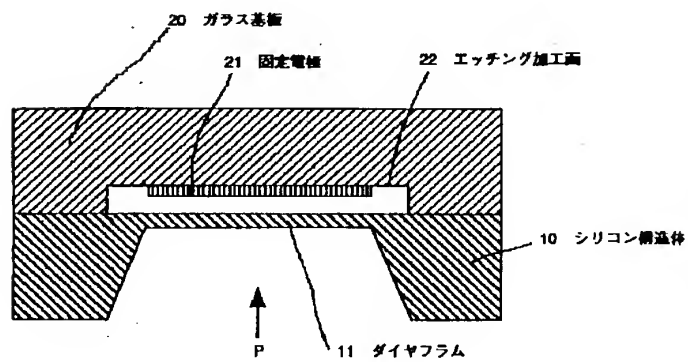


[illegible]

【図8】



【図9】



[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention uses the silicon micromachining technology which combined the process technology of a semiconductor, and special etching technology, and relates to the electrostatic-capacity type pressure sensor in which the diaphragm was formed on the substrate front face, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Various kinds of pressure sensors are known from before, and there is an electrostatic-capacity type pressure sensor which formed the diaphragm on the front face of a semiconductor substrate into it. The cross-section structure of such a conventional electrostatic-capacity type pressure sensor is shown in drawing 9.

[0003] This electrostatic-capacity type pressure sensor has lamination ***** for the silicon structure 10 equipped with the diaphragm 11 which functions as a movable electrode, and the glass substrate 20 equipped with the fixed electrode 21 formed so that it might counter with a diaphragm 11 by the anode plate conjugation method. And if a pressure P is impressed from the direction shown by the arrow in drawing, a diaphragm 11 will deform according to this, the gap of a diaphragm 11 and a fixed electrode 21 will change, and the electrostatic capacity of the capacitor formed by the diaphragm 11 and the fixed electrode 21 will change. Then, a pressure P is detected by detecting this electrostatic capacity.

[0004] Here, the single-crystal-silicon substrate of a field is used for the silicon structure 10 (100), and the diaphragm 11 is formed by carrying out anisotropic etching of a part of silicon structure 10. Generally, potassium-hydroxide solution, tetramethylammonium-hydroxide solution, etc. are used as this etching reagent. Moreover, in order to operate a diaphragm 11 as one movable electrode of a capacitor, it is processed so that p type or an n type impurity may be contained in high concentration, and it is made to acquire a high conductivity property.

[0005] Moreover, etching processing of the desired depth is given so that a Pyrex glass may generally be used and a glass substrate 20 may cover a diaphragm 11 to a plane-of-composition side with the silicon structure 10. Generally, the solution of a hydrofluoric-acid system is used for this etching reagent. Moreover, one fixed electrode 21 of a capacitor is formed by carrying out the vacuum evaporation of the metal membrane so that the etching processing side 22 may be countered with a diaphragm 11, and carrying out photo etching of this. The cascade screen which formed titanium upwards and formed aluminum is used for the metal membrane of this fixed electrode 21.

[0006] And the silicon structure 10 and the glass substrate 20 are joined with sufficient airtightness by piling up the plane of composition of the silicon structure 10 formed as mentioned above and a glass substrate 20, performing alignment, heating at 300 degrees C by using a glass substrate 20 as cathode, using the silicon structure 10 as an anode plate, for example, impressing the direct current voltage of 600V, without using adhesives etc. (anode plate junction).

[0007] It joins maintaining circumference atmosphere at a vacuum at the time of anode plate junction of a silicon substrate 10 and a glass substrate 20, when this pressure sensor is used as an absolute-pressure measurement type. The space section which carried out etching processing of the front-face side of a silicon substrate 10 serves as a vacuum

pressure criteria room by this, a diaphragm bends in proportion to the impressed absolute pressure, and electrostatic capacity value changes with these deflections. Therefore, change of electrostatic capacity can be taken out as a pressure detecting signal to a vacuum, and the absolute pressure impressed to a diaphragm 11 can be measured.

[0008] By such electrostatic-capacity type sensor, sensitivity can be made high by narrowing the gap of the electrode (counterelectrode) of the couple which forms a capacitor. Moreover, it has the features, like there is no temperature dependence of sensitivity theoretically.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such a conventional electrostatic-capacity type pressure sensor, the coefficient of thermal expansion of the glass substrate 20 which consists of a Pyrex glass is more slightly [than the silicon structure 10 which consists of single crystal silicon] small. For this reason, when ambient temperature changed, it originated in the difference of this coefficient of thermal expansion, thermal stress changed, and there was a problem of degrading the zero of a sensor and the temperature characteristic of sensitivity. Moreover, the glass substrate 20 deformed by heating at the time of anode plate junction, the fixed electrode 21 formed in the glass substrate 20 may contact a diaphragm 11 depending on the gap of a counterelectrode, and, in such a case, there was a problem that it did not function as a sensor.

[0010] this invention is made in view of such a conventional technical problem, the purpose has the small temperature dependence of a zero and sensitivity, and it is in offering the electrostatic-capacity type pressure sensor with unnecessary anode plate junction and its manufacture method for assembling a sensor.

[0011]

[Means for Solving the Problem] this invention prepares a pressure criteria room on the fixed electrode formed in the main front face of a substrate , and it is characterize by for the aforementioned insulating diaphragm film to consist of insulating material which contains silicon , aluminum , and nitrogen at least in the electrostatic-capacity type pressure sensor formed the movable electrode which changes the aforementioned pressure criteria room from a conductive film to the pressure-receiving field of the insulating diaphragm film by which covering formation was carried out at the main front-face side of the method of wrap aforementioned substrate .

[0012] Moreover, while the aforementioned insulating diaphragm film contains nitrogen 30 - 50atm% aluminum 10 - 40atm% silicon 10 - 40atm%, the content of oxygen is characterized by being less than [25atm%].

[0013] Thus, this invention constitutes the insulating diaphragm film from an insulating material containing silicon, aluminum, and nitrogen. And what (for example, it adjusts to the above composition ratios) composition of this insulating diaphragm film is adjusted for can adjust the coefficient of thermal expansion of an insulating diaphragm film. For this reason, both coefficient of thermal expansion is made to an equal by setting up composition of an insulating diaphragm according to the coefficient of thermal expansion of a substrate. Then, it originates in the difference of a coefficient of thermal expansion, thermal stress changes, and the trouble that the zero of a sensor and the temperature characteristic of sensitivity deteriorate can be canceled.

[0014] Moreover, the 1st insulating diaphragm film which this invention is formed on the main front face of the substrate by which the fixed electrode was formed in the main front

face, and the aforementioned substrate, carries out predetermined distance isolation from the aforementioned main front face in a pressure-receiving field, and carries out partition formation of the pressure criteria room, The movable electrode which consists of the conductive film formed in the pressure-receiving field of the insulating diaphragm film of the above 1st, The 2nd insulating diaphragm film by which covering formation was carried out on the main front face of the method of wrap aforementioned substrate in the aforementioned movable electrode, at least one opening formed so that the insulating diaphragm film of the above 2nd and the insulating diaphragm film of the above 1st might be penetrated and it might arrive at the aforementioned pressure criteria room, and above -- it is characterized by closing one opening, even if few, and including the closure member which seals the aforementioned pressure criteria room

[0015] Furthermore, this invention so that the process which forms a fixed electrode in the main front face of a substrate, the process which forms a wrap sacrifice film for the pressure-receiving field on the front face of main of a substrate, and the aforementioned sacrifice film may be covered The process which forms the 1st insulating diaphragm film on the main front face of the aforementioned substrate, The process which constitutes the movable electrode which becomes the pressure-receiving field of the above 1st from a conductive film, So that the process which forms the 2nd insulating diaphragm film so that this movable electrode may be covered, this 2nd insulating diaphragm film, and the insulating diaphragm film of the above 1st may be penetrated and the aforementioned sacrifice film may be reached So that the process which forms at least one etching-reagent inlet, the process which forms a pressure criteria room by carrying out etching removal of the aforementioned sacrifice film through the aforementioned etching-reagent inlet, and the pressure state of a request of the aforementioned pressure criteria room may hold It is characterized by including the process which seals the aforementioned etching inlet.

[0016] Thus, according to the obtained electrostatic-capacity type pressure sensor, if a pressure is applied to a sensor, an insulating diaphragm film will deform and the distance of a movable electrode and a fixed electrode will change with the pressures. And according to this distance change, the electrostatic capacity of the capacitor containing a movable electrode and a fixed electrode changes. Then, a pressure is detectable by detecting change of this electrostatic capacity. And the pressure of a pressure criteria room turns into a pressure of the atmosphere at the time of seal of an etching inlet. Therefore, in vacuum atmosphere, if an etching inlet is sealed, reference pressure will be in a vacua and can detect absolute pressure by this sensor.

[0017] Here, according to the electrostatic-capacity type pressure sensor of this invention, the 1st insulating diaphragm film is formed on a sacrifice film, and etching removes this sacrifice film after that. Therefore, in order to form a pressure criteria room, anode plate junction etc. is unnecessary. Then, like before, it originates in anode plate junction and a glass substrate does not deform.

[0018] Thus, in this invention, the temperature dependence of a zero and sensitivity becomes small compared with what consists of material from which a coefficient of thermal expansion like elegance before differs by using a thin film material almost equal to the coefficient of thermal expansion of a substrate for a diaphragm.

[0019] Moreover, the junction for pressure criteria room formation is unnecessary, there are no problems, such as deformation of the glass substrate at the time of anode plate

junction like elegance before, and a sensor property is stabilized.

[0020] Moreover, it is formed in the part between the reference electrode formed in the pressure-receiving field of the insulating diaphragm film of the above 1st, the insulating diaphragm film of the above 1st, and the aforementioned substrate so that the aforementioned movable electrode may be surrounded, and it is characterized by including the diaphragm fixed part which regulates movement of the aforementioned reference electrode.

[0021] Thus, the capacity constituted by the reference electrode other than the capacity constituted by the movable electrode can be constituted by preparing a reference electrode. Then, according to the difference of two capacity, a pressure is detectable. There are two electrodes in the almost same place, and they can eliminate temperature effects etc. nearly completely by taking the difference of these capacity.

[0022] Moreover, this capacity difference is easily detectable by the switched-capacitor circuit etc. Since a switched-capacitor circuit can be formed easily, it is still easier to form on the same substrate than the usual semiconductor processing process. Therefore, accumulation formation also of the circuit portion can be carried out on the same substrate.

[0023]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt (henceforth an operation gestalt) of the suitable operation for this invention is explained based on a drawing.

[0024] (Fundamental composition) The plan showing the structure of the example of fundamental composition of the electrostatic-capacity type pressure sensor concerning this invention is shown in drawing 1, and cross-section explanatory drawing which met the A-B-C line of drawing 1 is shown in drawing 2. moreover -- drawing 3 and 4 -- movable-electrode connection -- a hole and fixed electrode connection -- the enlarged view of the portion of a hole is shown

[0025] It consists of single crystal silicon and, as for the substrate 30 of the electrostatic-capacity type pressure sensor of this invention, the fixed electrode 40, the fixed electrode lead 41, and the fixed electrode end-connection child 42 who were processed so that p type or an n type impurity might be contained in high concentration are formed in this front face. Moreover, covering formation of the substrate protective coat 50 which has an etching-proof property if needed throughout the front face of a substrate 30 is carried out.

[0026] And in the front face of this substrate protective coat 50, covering formation of the sacrifice film 60 which has an isotropic etching property is carried out so that a pressure-receiving field may be covered. In addition, this sacrifice film 60 is removed in a manufacturing process, and is not in a product. Moreover, covering formation of the 1st insulating diaphragm film 70 is carried out so that it may cross to the main front face of a substrate 30 throughout the and the aforementioned sacrifice film 60 may be covered.

[0027] Furthermore, the movable electrode 81 arranged to the pressure-receiving field of the 1st insulating diaphragm film 70, and the movable-electrode lead 82 and the movable-electrode end-connection child 83 who have been stationed outside a pressure-receiving field are formed from the semiconductor film 80. For example, when using a polycrystal silicon film for this semiconductor film 80, the semiconductor film 80 which consists of a polycrystal silicon film is processed so that p type or an n type impurity may be contained in high concentration, and acquires a high conductivity property.

[0028] Here, the insulating diaphragm film 70 consists of material which contained silicon,

aluminum, and nitrogen at least, and the feature of this invention is in being almost equal to the coefficient of thermal expansion ($3.68 \times 10^{-6}/\text{degree C}$) of a substrate 30. For example, when the single crystal silicon of a direction (100) is used for a substrate 30, composition of the insulating diaphragm film 70 is made nitrogen 50atm% aluminum 17atm% silicon 33atm%. Thereby, the coefficient of thermal expansion of the insulating diaphragm film 70 becomes almost equal to the substrate 30 which consists of single crystal silicon of a direction (100), and there is no generating of the thermal stress by change of the ambient temperature of a sensor like before. Therefore, a zero and an electrostatic-capacity type pressure sensor with the small temperature dependence of sensitivity can be offered. In addition, when the aforementioned insulating diaphragm film 70 controls composition in a film (a component ratio is changed), what has a $3.5 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ - $4.1 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ coefficient of thermal expansion is obtained.

[0029] Moreover, as for the semiconductor film 80, protecting with an insulating film is desirable. For this reason, as the aforementioned semiconductor film 80 is covered, covering formation of the 2nd insulating diaphragm film 90 is carried out. the movable-electrode connection which penetrates this 2nd insulating diaphragm film 90, and reaches the aforementioned movable-electrode end-connection child 83 -- a hole 110 forms -- having -- this movable-electrode connection -- the movable electrode 81 is connected to the movable-electrode output terminal 120 through the hole 110 In addition, the enlarged view of this portion is shown in drawing 3 .

[0030] furthermore, the fixed electrode connection which penetrates the 1st insulating diaphragm film 70 and the 2nd insulating diaphragm film 90 in the position of the opposite side of the movable-electrode end connection 110, and reaches the fixed electrode end-connection child 42 as shown in drawing 1 -- the hole 130 is formed and this fixed electrode connection -- the fixed electrode 40 is connected to the fixed electrode output terminal 140 through the hole 130 In addition, the fixed electrode 40 is extended among the fixed electrode end-connection children 42 through the fixed electrode lead 41. The enlarged view of this portion is shown in drawing 4 .

[0031] And opening formation of at least one etching-reagent inlet 100 which penetrates the 1st insulating diaphragm film 70 and the 2nd insulating diaphragm film 90, and reaches the sacrifice film 60 is carried out in the pressure-receiving field predetermined position of this electrostatic-capacity type pressure sensor, and etching removal of the sacrifice film 60 formed at the beginning is altogether carried out through this etching-reagent inlet 100.

[0032] That is, the movable diaphragm 400 constituted from the 1st insulating diaphragm film 70 located in the upper surface side of the pressure criteria room 200 separated from the substrate 30, a semiconductor film 80, and the 2nd insulating diaphragm film 90 is formed at the same time the pressure criteria room 200 surrounded with the insulating diaphragm film 70 of a substrate 30 and the above 1st by removing the sacrifice film 60 altogether is formed.

[0033] In using this electrostatic-capacity type pressure sensor as an absolute-pressure measurement type, in vacuum atmosphere, it closes all the aforementioned etching-reagent inlets 100 with the closure cap 300. By this, the aforementioned pressure criteria room 200 will be in a vacua, the movable diaphragm 400 bends in proportion to the impressed absolute pressure, and the electrostatic capacity value between a fixed electrode 40 and a movable electrode 81 changes with these deflections. Therefore, the

absolute pressure impressed to the movable diaphragm 400 can be measured by taking out change of electrostatic capacity as a pressure detecting signal.

[0034] (The manufacture method) Next, an example of the manufacture method of the electrostatic-capacity type pressure sensor concerning this invention is explained concretely.

[0035] First, the fixed electrode 40, the fixed electrode lead 41, and the fixed electrode end-connection child 42 who contain p type or an n type impurity in high concentration by the ion implantation or thermal diffusion are formed in substrate 30 front face which consists of single crystal silicon. Next, covering formation of the substrate protective coat 50 which has an etching-proof property throughout the front face of a substrate 30 is carried out, and covering formation of the sacrifice film 60 which has an isotropic etching property on the front face of this substrate protective coat 50 is carried out. Next, etching removal of the periphery of the pressure-receiving field of this sacrifice film 60 is carried out.

[0036] Next, it crosses throughout the main front face of a substrate 30, and covering formation of the insulating diaphragm film 70 of the method 1st of a wrap is carried out for the aforementioned sacrifice film 60. For example, when the single crystal silicon of a direction (100) is used for the aforementioned substrate 30, composition of the aforementioned insulating diaphragm film 70 is made nitrogen 50atm% aluminum 17atm% silicon 33atm%. Thereby, the coefficient of thermal expansion of the aforementioned insulating diaphragm film 70 becomes almost equal to the substrate 30 which consists of single crystal silicon of a direction (100).

[0037] Next, covering formation of the semiconductor film 80 is carried out on the front face of the insulating diaphragm film 70 of the above 1st. for example, the case where a polycrystal silicon film is used for this semiconductor film 80 -- an ion implantation or thermal diffusion -- p type or an n type impurity -- high concentration -- containing -- high conductivity property **** -- it processes like

[0038] Next, etching removal of the movable electrode 81 formed in a pressure-receiving field and the semiconductor film 80 of the periphery of the movable-electrode lead 82 and the movable-electrode end-connection child 83 formed outside a pressure-receiving field is carried out. Next, it crosses throughout the main front face of a substrate 30, and covering formation of the insulating diaphragm film 90 of the method 2nd of a wrap is carried out for the aforementioned semiconductor film 80.

[0039] Next, at least one etching-reagent inlet 100 is formed so that the insulating diaphragm film 70 of the above 1st and the 2nd insulating diaphragm film 90 may be penetrated and the aforementioned sacrifice film 60 may be reached in a pressure-receiving field predetermined position.

[0040] And by pouring in an etching reagent through this etching-reagent inlet 100, etching removal of the sacrifice film 60 is carried out altogether, and the pressure criteria room 200 of the size according to the geometry of the sacrifice film 60 is formed between the aforementioned substrate 30 and the insulating diaphragm film 70 of the above 1st. For example, when polycrystal silicon is used for the sacrifice film 60, the etching reagent used for etching removal of the sacrifice film 60 uses an ethylenediamine pyrocatechol (EPW) solution. Etching removal of the 1st located in the upper surface side of the pressure criteria room 200 and 2nd insulating diaphragm film 70 and 90 is not carried out from having etching-proof nature to an EPW solution. Consequently, the cascade screen

with the 1st insulating diaphragm film 70 located in the upper surface side of the pressure criteria room 200, the semiconductor film 80, and the 2nd insulating diaphragm film 90 will function as a movable diaphragm 400.

[0041] next, the movable-electrode connection which penetrates the 2nd insulating diaphragm film 90 and reaches the movable-electrode end-connection child 82 -- the fixed electrode connection which penetrates a hole 110, the 2nd insulating diaphragm film 90, the 1st insulating diaphragm film 70, and the substrate protective coat 50, and reaches the fixed electrode end-connection child 42 -- a hole 130 is formed

[0042] Next, covering formation of the aluminum is carried out throughout the front face of a substrate 30, and etching removal of the aluminum of the periphery of 1st wiring 150 and wiring of ** 2nd 160 field is carried out. thereby -- a movable electrode 81 -- movable-electrode connection -- it connects with the movable-electrode output terminal 120 through a hole 110 and the 1st wiring 150 -- having -- a fixed electrode 40 -- fixed electrode connection -- it connects with the fixed electrode output terminal 140 through a hole 130 and the 2nd wiring 160

[0043] Next, in using this electrostatic-capacity type pressure sensor as an absolute-pressure measurement type, in vacuum atmosphere, it carries out covering formation of the closure material which consists of an insulator of the thickness which is the grade which can carry out seal closure of the etching-reagent inlet 100 throughout the front face of a substrate 30. An absolute-pressure measurement type electrostatic-capacity type pressure sensor is obtained by carrying out opening of the movable-electrode output terminal 120 and the fixed electrode output terminal 140 at the same time it removes a garbage by photo etching and finally forms the closure cap 300.

[0044] (The 1st operation form) Next, it explains based on drawing 1 -4 used in explanation of the example of fundamental composition mentioned above about the electrostatic-capacity type pressure sensor of the 1st operation form.

[0045] In the electrostatic-capacity type pressure sensor of this operation form, the single-crystal-silicon substrate of an n type direction (100) is used as a substrate 30.

[0046] First, it is added and spread so that ion-implantation may be used for the main front face of the single-crystal-silicon substrate 30 for boron as an impurity and it may contain in high concentration, and the fixed electrode 40 with a depth of 3 micrometers processed by the p type semiconductor, the fixed electrode lead 41, and the fixed electrode end-connection child 42 are formed. Next, covering formation of the thermal oxidation film is carried out throughout the front face of the single-crystal-silicon substrate 30 as a substrate protective coat 50 which has an etching-proof property at 100nm.

[0047] And the sacrifice film 60 is formed in the front face of this substrate protective coat 50 so that a pressure-receiving field may be covered. In addition, this sacrifice film 60 is removed at a back process. In this operation form, this sacrifice film 60 uses polycrystal silicon with a thickness of 200nm formed by reduced pressure CVD. Next, covering formation of the thin film material which crossed to the main front face of the single-crystal-silicon substrate 30 throughout the, and consisted of silicon, aluminum, and nitrogen considering the sacrifice film 60 as an insulating diaphragm film 70 of the method 1st of a wrap is carried out at 650nm of thickness.

[0048] On the front face of this 1st insulating diaphragm film 70, polycrystal silicon is formed as a semiconductor film 80 at 200nm of thickness. Furthermore, a movable

electrode 81, the movable-electrode lead 82, and the movable-electrode end-connection child 83 are formed in this semiconductor film 80 by photo etching. In this operation form, the polycrystal silicon film used as this semiconductor film 80 is processed by the p type semiconductor added and diffused so that boron might be contained in high concentration using ion-implantation.

[0049] Furthermore, covering formation of the thin film material which crossed throughout the main front face of the single-crystal-silicon substrate 30, and consisted of silicon, aluminum, and nitrogen considering this semiconductor film 80 as an insulating diaphragm film 90 of the method 2nd of a wrap is carried out at 650nm of thickness. In this operation form, as for the 1st insulating diaphragm film 70 and the 2nd insulating diaphragm film 90, the thin film material of nitrogen 50atm% composition is used aluminum 17atm% silicon 33atm%.

[0050] And opening formation of the etching-reagent inlet 100 with a diameter of 5 micrometers which penetrates the 1st insulating diaphragm film 70 and the 2nd insulating diaphragm film 90, and reaches the sacrifice film 60 in a pressure-receiving field predetermined position is carried out by photo etching. By pouring in an etching reagent through the formed etching-reagent inlet 100, etching removal of the sacrifice film 60 formed at the beginning is carried out altogether, and the cavity used as the pressure criteria room 200 is formed.

[0051] As for the aforementioned etching reagent, the ethylenediamine pyrocatechol (EPW) solution is used in this operation form. At this time, etching removal of the 1st located in a substrate protective coat [which is located in the undersurface side of the pressure criteria room 200] 50 and upper surface side and 2nd insulating diaphragm film 70 and 90 is not carried out from having etching-proof nature to an EPW solution. Therefore, the cascade screen with the 1st insulating diaphragm film 70 located in the upper surface side of the pressure criteria room 200, the semiconductor film 80, and the 2nd insulating diaphragm film 90 will function as a movable diaphragm 400.

[0052] next, the movable-electrode connection which penetrates the 2nd insulating diaphragm film 90 and reaches the movable-electrode end-connection child 83 -- the fixed electrode connection which penetrates a hole 110, the 2nd insulating diaphragm film 90, the 1st insulating diaphragm film 70, and the substrate protective coat 50, and reaches the fixed electrode end-connection child 42 -- opening formation of the hole 130 is carried out by photo etching

[0053] Furthermore, the 1st wiring 150 and the 2nd wiring 160 are formed in the predetermined portion on the 2nd [of the single-crystal-silicon substrate 30] insulating diaphragm film 90. Throughout the front face of the single-crystal-silicon substrate 30, by vacuum deposition or sputtering, covering formation is carried out by the thickness whose aluminum is 1 micrometer, photo etching removes the aluminum of a garbage and these wiring forms it. this time -- a movable electrode 81 -- movable-electrode connection -- it connects with the movable-electrode output terminal 120 through a hole 110 and the 1st wiring 150 -- having -- a fixed electrode 40 -- fixed electrode connection -- it connects with the fixed electrode output terminal 140 through a hole 130 and the 2nd wiring 160 (drawing 3 , four references)

[0054] Furthermore, the closure member which contains a closure cap in a portion for the etching-reagent inlet 100 is formed in predetermined [of the single-crystal-silicon substrate 30]. In forming this closure member, the etching-reagent inlet 100 deposits first

the closure material which consists of a silicon nitride film on the thickness which is the grade which can carry out seal closure throughout the front face of the single-crystal-silicon substrate 30 by the plasma CVD method in a vacuum mostly. And opening formation of a part of movable-electrode output terminal 120 and fixed electrode output terminal 140 is carried out at the same time it removes a garbage by photo etching and forms the closure cap 300. By doing in this way, while the interior had been maintained at the vacuum, seal closure will be carried out, and the pressure criteria room 200 can measure the absolute pressure impressed to the movable diaphragm 400.

[0055] In this operation form, with 100 micrometers and 1.5 micrometers, the diameter and thickness of the movable diaphragm 400 are small, and are formed with a sufficient precision, respectively. This sensor is [the nonlinearity of electrostatic-capacity change] below $\pm 2\%$ F.S. more than 1×10^{-14} F (farad) to the absolute pressure of 100kPa, and, moreover, it was checked by experiment in the -30-100-degree C temperature requirement that the temperature coefficient of a zero and sensitivity has the temperature characteristic which was excellent in $\pm 0.02\%$ /[degree C and] or less.

[0056] As explained above, according to the electrostatic-capacity type pressure sensor of this operation form, it is understood that a zero and an electrostatic-capacity type pressure sensor with the small temperature dependence of sensitivity can be realized small. In addition, in this operation form, a combination using the thin film material of nitrogen 50atm% composition as the 1st and 2nd insulating diaphragm film 70 and 90 was used aluminum 17atm% silicon 33atm%, using the single-crystal-silicon substrate of an n type direction (100) as a substrate 30. However, control of a coefficient of thermal expansion is possible for the thin film material which consists of silicon, aluminum, nitrogen, and oxygen by changing those composition in a film.

[0057] The measurement result of the coefficient of thermal expansion of the thin film material which changed composition of silicon, aluminum, nitrogen, and oxygen is shown in Table 1.

[0058]

[Table 1]

Here, the fixed quantity of the composition of the thin film material of sample No.1-8 was carried out by X-ray photoelectron spectroscopy. Moreover, the coefficient of thermal expansion formed the thin film material of sample No.1-8 on the single-crystal-silicon substrate, and asked for it based on the amount of curvatures of the single-crystal-silicon substrate by the temperature change.

[0059] As shown in Table 1, it turns out that the coefficient of thermal expansion of the thin film material which consists of silicon, aluminum, nitrogen, and oxygen is controllable in $3.5 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ - $4.1 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. By changing composition of the 1st and 2nd insulating diaphragm film 70 and 90 from this, if it is the substrate which has the coefficient of thermal expansion of the range of $3.5 \times 10^{-6}/\text{degree-C}$ - $4.1 \times 10^{-6}/\text{degree C}$ shows that a zero and an electrostatic-capacity type pressure sensor with the small temperature dependence of sensitivity can be realized.

[0060] (The 2nd operation form) Next, the suitable 2nd operation form of this invention is explained. In addition, the same sign is given to the aforementioned 1st operation form and a corresponding member, and the explanation is omitted.

[0061] Drawing 5 is the plan having shown the suitable 2nd operation form of the electrostatic-capacity type pressure sensor concerning this invention, and drawing 6 is the cross section which met the D-E line of drawing 5.

[0062] First, a fixed electrode 40, the fixed electrode lead 41, and the fixed electrode end-connection child 42 are formed in the main front face of the single-crystal-silicon substrate 30. Moreover, covering formation of the substrate protective coat 50 which consists of a thermal oxidation film with a thickness of 100nm throughout the front face of this single-crystal-silicon substrate 30 is carried out. and the pressure-receiving field on this substrate protective coat 50 -- a wrap -- the field which forms the sacrifice film 60

which consists of polycrystal silicon with a thickness of 200nm like, and is next equivalent to the diaphragm fixed part 170 of this sacrifice film 60 -- as an impurity -- boron -- thermal diffusion or ion-implantation -- using -- addition -- being spread -- high impurity concentration -- 1×10^{20} /cm³ The above p type semiconductor field is formed. Thereby, the field equivalent to the diaphragm fixed part 170 has an etching-proof property, and the sacrifice film 60 of the field which does not add and diffuse an impurity has an isotropic etching property. In addition, the sacrifice film 60 is removed later.

[0063] Next, the 1st insulating diaphragm film 70 and semiconductor film 80 are formed like the 1st operation form. In this operation form, a movable electrode 81, the movable-electrode lead 82, the movable-electrode end-connection child 83, a reference electrode 180, the reference-electrode lead 181, and the reference-electrode end-connection child 182 are formed by carrying out photo etching of this semiconductor film 80. The movable electrode 81 is formed inside the aforementioned diaphragm fixed part 170 of a pressure-receiving field, and the aforementioned reference electrode 180 is formed in the outside of the aforementioned diaphragm fixed part 170 of a pressure-receiving field. In addition, this movable electrode 81 and reference electrode 180 are formed so that it may become the same area.

[0064] Next, it crosses throughout the main front face of the single-crystal-silicon substrate 30, the insulating diaphragm film 90 of the method 2nd of a wrap carries out covering formation of this semiconductor film 80, and opening of the etching-reagent inlet 100 is carried out. By pouring in an ethylenediamine pyrocatechol (EPW) etching reagent through this etching-reagent inlet 100, etching removal of the sacrifice film 60 of a field which was not processed so that it might have an etching-proof property is carried out, and the cavity used as the diaphragm fixed part 170 and the pressure criteria room 200 is formed. Thereby, rigidity becomes high and the outside field of the diaphragm fixed part 170 in a pressure-receiving field turns into a field which cannot bend easily to the measuring pressure-ed force. The reference electrode 180 is formed in this field.

[0065] next, the movable-electrode connection which penetrates the 2nd insulating diaphragm film 90 and reaches the movable-electrode end-connection child 83 -- a hole 110 and the reference-electrode connection which reaches the reference-electrode end-connection child 182 -- the fixed electrode connection which penetrates a hole 185, the 2nd insulating diaphragm film 90, the 1st insulating diaphragm film 70, and the substrate protective coat 50, and reaches the fixed electrode end-connection child 42 -- opening formation of the hole 130 is carried out by photo etching Next, covering formation of the aluminum with a thickness of 1 micrometer is carried out throughout the front face of the single-crystal-silicon substrate 30, and the 1st wiring 150, the 2nd wiring 160, and the 3rd wiring 190 are formed by photo etching. Then, like the aforementioned 1st operation form, the closure cap 300 is formed and opening formation of a part of movable-electrode output terminal 120, fixed electrode output terminal 140, and reference-electrode output terminal 183 is carried out.

[0066] Here, in this operation form, the movable diaphragm 400 of the diameter of 100 micrometers by support of the diaphragm fixed part 170 and 1.5 micrometers of thickness is formed in the pressure-receiving field with a diameter of 150 micrometers. And the pressure detection capacitor Cx is formed by the movable electrode 81 and the fixed electrode 40, and the criteria capacitor Cr is formed by the reference electrode 180 and the fixed electrode 40. Therefore, the pressure detection capacitor Cx and the criteria

capacitor Cr consist of same material, and since it moreover approaches and is formed, the temperature characteristic becomes almost equal.

[0067] The switched-capacitor circuit of the charge-and-discharge type which changes capacity into voltage is in one of the methods which detects capacity change. A switched-capacitor type capacity detector is shown in drawing 7.

[0068] In this circuit, it has four switches SW1-SW4, and these four switches SW1-SW4 are switched by the clock signal of the frequency more than predetermined. SW1 and SW2 connect the end of the pressure detection capacitor Cx and the criteria capacitor Cr to a ground or a power supply pinch off voltage by turns. That is, one of the capacitors Cx or Cr is connected to a ground, and another side is connected to a power supply pinch off voltage.

[0069] The other end of the pressure detection capacitor Cx and the criteria capacitor Cr is connected to the negative input edge of an operational amplifier. In addition, the right input edge is connected to the ground. Moreover, between the outgoing end of this operational amplifier, and the negative input edge, the feedback capacitor Cf and the switch SW3 are arranged in parallel and connected. And the output of an operational amplifier is connected to the outgoing end through the switch SW4. In addition, the capacitor C0 for smooth by which the other end was connected to the ground is connected to the outgoing end. In addition, when SW3 becomes off [in the example of illustration, when the switch SW1 is connected to the power supply pinch off voltage, SW2 is connected to a ground, and / ON and SW4] and the switch SW2 is connected to the power supply pinch off voltage, SW1 is connected to a ground, SW3 is turned off [it] and SW4 is turned on [it].

[0070] In a switched-capacitor circuit, Cx, Cr, and Cf consider as resistance substantially, and the amplification factor of an operational amplifier is determined by switching by the ratio of the capacity (since two capacity Cx and Cr is connected by turns, it is this difference) of an input side, and the capacity by the side of feedback. Then, if output voltage of this switched-capacitor circuit is set to E0, this E0 is expressed with $E0 = \text{pinch-off-voltage} \cdot (Cx - Cr) / Cf$, and output voltage E0 is proportional to the capacity difference of two capacitors Cx and Cr. Therefore, by detecting output voltage E0, the capacity difference of two capacitors Cx and Cr can be detected, and the pressure impressed by this can be detected.

[0071] Therefore, as a result of connecting the sensor of this operation gestalt to this switched-capacitor type capacity detector and evaluating a sensor property, to the absolute pressure of 100kPa(s), output voltage is 20mV or more, nonlinearity of output characteristics is below -2%F.S., and having the temperature characteristic which the temperature coefficient of a zero and sensitivity excelled in the temperature characteristic with degree C in $\pm 0.01\%$ /or less in the -30-100-degree C temperature requirement was checked by experiment.

[0072] Thus, with this operation gestalt, a reference electrode 180 is formed in a pressure-receiving field in the form which encloses a movable electrode 81, and the diaphragm fixed part 170 is formed in both boundary line. Of this, the pressure detection capacitor Cx is formed by the movable electrode 81, and the criteria capacitor Cr is formed of a reference electrode 180. And pressure variation is detectable by detecting the capacity difference of two capacitors Cx and Cr. Since especially two adjoining capacitors become the almost same temperature, they can eliminate the temperature

effects to a pressure detection value nearly completely. Moreover, by forming the diaphragm fixed part 170, deformation by the pressure of a reference electrode 180 can be prevented, and the capacity difference in two capacitors can be maintained to sufficient thing.

[0073] (The 3rd operation gestalt) The plan of the electrostatic-capacity type pressure sensor concerning the 3rd operation gestalt of this invention is shown in drawing 8.

[0074] The characteristic matter of this operation gestalt is to have unified the electrostatic-capacity type pressure sensor and the integrated capacity detector.

[0075] In the operation gestalt, the electrostatic-capacity type pressure sensor 500 explained with the 2nd operation gestalt is formed in the predetermined position of the single-crystal-silicon substrate 30. Furthermore, on this single-crystal-silicon substrate 30, the circuit section 600 is formed using the semiconductor manufacturing technology. This circuit section 600 consists of switched-capacitor type capacity detectors which change an above-mentioned capacity change into voltage.

[0076] The fixed electrode 40, the movable electrode 81, and reference electrode 180 of the electrostatic-capacity type pressure sensor 500 are connected to the circuit section 600 through the fixed electrode output terminal 140, the movable-electrode output terminal 120, and the reference-electrode output terminal 183, respectively.

[0077] Thus, the so-called integration sensor which could manufacture the electrostatic-capacity type pressure sensor by which electrical output is obtained, and was united with the integrated circuit according to one semiconductor processing process by accumulating a circuit portion on the same substrate can be obtained.

[0078]

[Effect of the Invention] Since the electrostatic-capacity type pressure sensor of this invention is using the thin film material almost equal to the coefficient of thermal expansion of a substrate for a diaphragm, its temperature dependence of a zero and sensitivity is small so that more clearly than the above explanation. Moreover, using the thin film coating technology of a semiconductor process, or the etching technology of a sacrifice film, a movable diaphragm can form in a high precision, formation of the gap where the counterelectrode which constitutes a capacitor is narrow becomes easy, and the miniaturization of an electrostatic-capacity type pressure sensor of it is attained. And since all can be manufactured by processing processing of one side of a substrate, it is very suitable for the so-called manufacture of the integration sensor which unified the integrated circuit.

[Translation done.]